



ようこそ
私の研究室へ60

戦略的創造研究推進事業ERATO

「高原ソフト界面プロジェクト」
研究総括



・高原 淳

“軟らかい材料”の表面で起こる現象から新しい科学を切り開く
自然界から学んだ知恵を生かして、画期的な材料を開発します。

PROFILE

高原 淳 (たかはら あつし)
九州大学先端物質化学研究所 教授

1983年九州大学大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。同大学工学部助教授、米国ウィスコンシン大学マジンソン校化学工学科客員研究員、九州大学有機化学基礎研究センター教授などを経て現職。繊維・高分子材料の疲労機構の解明や疲労寿命の予知解析などを行い、さらに、軟らかい材料(ソフトマテリアル)の

表面と界面(ソフト界面)での機能に着目し、ソフトインターフェースの構造や物性の解析技術、ソフト界面形成技術を開発する。2008年から研究総括を務めるJST戦略的創造研究推進事業ERATO「高原ソフト界面プロジェクト」では、さらに高機能な特性をもつソフト界面設計の方法論確立や評価技術の開発などに取り組む。



水を1滴垂らすだけで
2枚の板がしっかりとくっつく!

「私たちが普段使う接着剤は、乾燥して初めてくっつきます。だから、水中では使えません。ところが、貝は水中でもしっかりと岩などにくっつきますよね」

ほかにも、ハスの葉に落とした水滴がはじかれて玉のようになって転がったり、カタツムリの殻は油などで汚れてもすぐに水で洗い流せたりと、自然界の物質の表面や界面では不思議な現象が起きている。その謎を解き明かそうとしているのが、九州大学の高原淳さんが切り開いた“ソフト界面”という新しいサイエンスだ。

「プラスチックやゴム、液晶などの高分子材料は触ってみると鉄などとは違って軟らかく、なじみやすく感じられます。そうしたソフトマテ

リアルのもつ可能性が、近年いろいろな分野で注目されています。そこで手本となるのが、同じく高分子できていて生物です。私は特にその表面や界面に着目して、研究を進めています」

その可能性の一端を、高原さんが見せてくれた。表面に特殊な加工をした2枚の板を少し水でぬらすだけで互いにしっかりと密着し、さらに食塩水の中に入れると、きれいにはがれる。また、同様に加工したガラス板の上にラー油を1滴垂らし、板ごと水の中に入れると、ラー油がビー玉のように丸まって板から離れる。そんな不思議な材料が次々と作りだされているのだ。すぐにでもいろいろな分野へ応用されそうな成果だが、高原さんは「そのためには基礎研究が重要だ」と力説する。

「近年は応用研究ばかりが目目されがちですが、基礎的な発見があってこそ画期的な

レイクスルーが生まれると思います。その点、JSTのERATOは基礎的なところから腰を据えて取り組める貴重なプロジェクトです。私たちの研究成果も、生物の表面や界面で何が起きているか、化学の目で見つめて基礎的なデータを取り、仕組みを解き明かしたからこそ得られたのです」



学生時代にたたき込まれた
“測定の原理からデータを見る”
大切さ

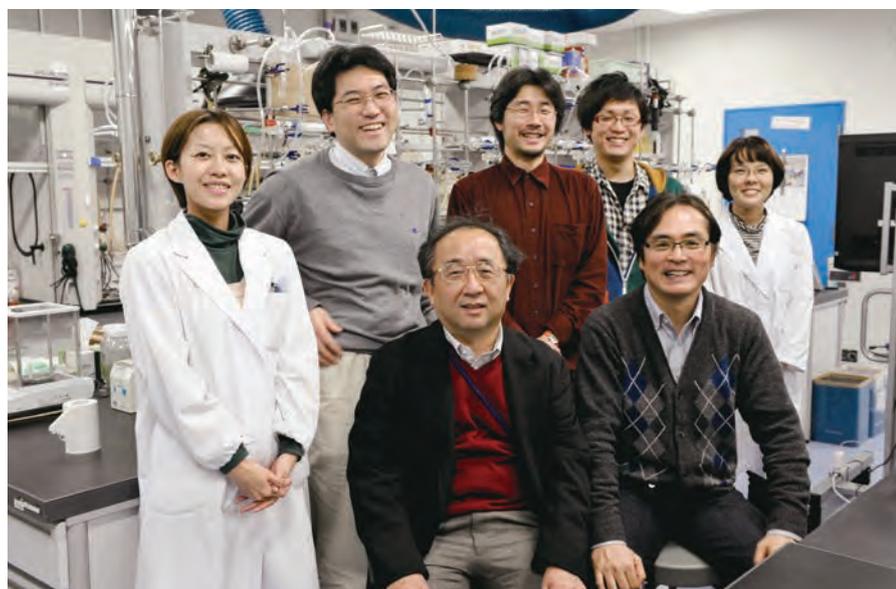
「子どもの頃は電気工作が好きで、中学時代はテレビから真空管を取り出して自分で回路を作ったり、高校時代はアマチュア無線機を自作したりしていました」

九州大学工学部の学生時代は急成長していた高分子化学に興味をもち、高柳素夫先生と梶山千里先生の研究室に配属されて、高分子材料の「疲労」というテーマに取り組んだ。測定装置を自分で作ることから始めなければならなかったが、もともと工作好きの高原さんにはまったく苦ではなかった。そして両先生から、データをもとに語ることの大切さをたたき込まれた。

「理屈で説明できないデータを発表すると、『データがないのにそこまで言うてはいけない』『もう一度データをとりなさい』と厳しく指導されました。特に私は装置を作ることから始めていたこともあり、どうしてそんなデータが出たのか、測定の原理から考える姿勢が身につきました」

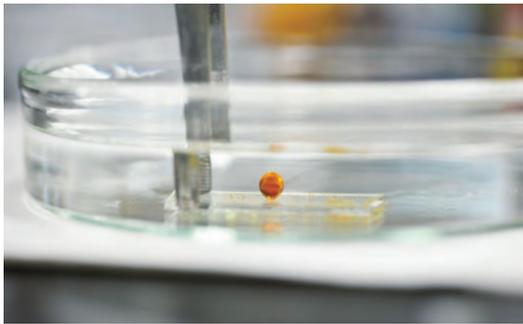
それとともに高まったのが、生体への興味だ。心臓も骨も、何十年間も壊れることなくはたらき、体を支え続ける。そうした“究極の高分子材料”ともいえる生体の秘密を知りたいと思ったのだ。先生と相談の上で足を運んだのが医学部だった。

「犬の足をもらってきて、骨を取り出し、どん



前列中央が高原研究総括、右が陣内浩司先端界面構造物性解析グループリーダー(GL)。後列左から寺田真佐美技術員、小林元康界面分子設計GL、渡邊宏臣階層構造制御GL、松隈大輔研究員、藤本綾技術員。

界面分子設計グループ



ガラス板に広がったラー油が、水中でビー玉のように丸まって離れる。ガラス板の表面に成長させた親水性のポリマーブラシが水を取り込むために、油がガラス板から浮き上がる。



2枚の板に水をはさんで乾かすと互いが接着し、5kgの重さにも耐える。一方の板には正、もう一方には負の電荷をもたせたポリマーブラシを成長させている。

な割れ方をするのか調べました。解剖の本を読んで自分で解剖したのですが、みんなは遠巻きに見ていましたね(笑)



自然に学び、自ら作った材料を自ら作った装置で調べる

「生体の研究を進めるうちに、特に表面や界面に興味深い現象が起きていたと気づきました。当時は表面や界面を調べる装置がなかったので、学生時代のように自分たちで作りました」

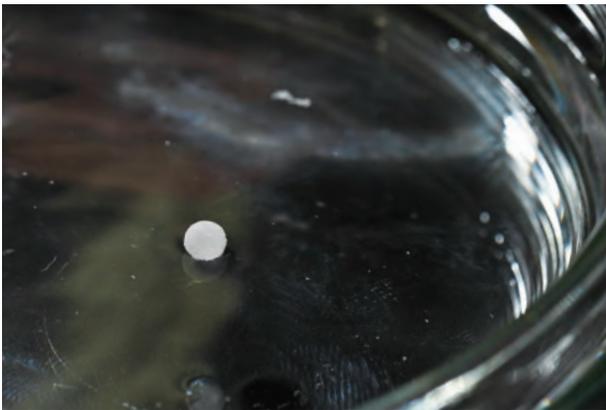
さらに、急速に進んだ高分子材料の合成技術を取り入れて、装置だけでなく材料も自分たちで作るようになった。ERATOのプロジェクトでは、自然界から学んだ知恵を生かして自ら材料を作り、自ら作った装置で調べ、そのデータをもとに考え、再び自然界を見つめ、新しい材料を作るという、一連のサイクルで研究が進められている。

「たとえば、接着の研究などで見えてきた新しい概念をもとに、新しい方法を確立させたいですね。表面や界面だけでなく、材料の疲労の研究にも将来的には取り組みたい。私の学生時代に比べて測定装置も合成技術も格段に進歩していますから、『モノが壊れるのはなぜか』という、まだ誰も説明できていない問いへの答えも見つかるのではないのでしょうか」

そうした夢を膨らませる一方で、高原さんは技術や装置の高度化による「負の影響」が気がかりだという。

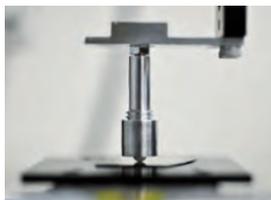
「最近の装置はコンピュータ制御されたものがほとんどで、操作手順を覚えれば測定できてしまうのです。しかし、どうしてそのデータが出たのか、測定の原理を知ってこそ、知りたいことが本当に読み取れる。その大切さを学生たちに伝えていかなければいけませんね」

階層構造制御グループ



疎水性の高分子パウダーに水滴を落としてできた“水玉”。これをシャーレに入れた水の上にそっと置くと、水面に浮かぶ。アブラムシが排泄物を撥水性の物質で覆って処理していることからヒントを得た。

先端界面構造物性解析グループ



ポリマー同士の接着力の測定や接着面の観察ができる「JKR接着試験機」。

研究の概要

水中でも岩に張り付く貝、水をはじくハスの葉など、自然界のソフトマテリアルの表面・界面で起きている現象を分子レベルで解き明かし、「ソフト界面」という新たなサイエンスを開拓する。得られた知見をもとに、表面・界面に画期的な機能を備えた材料の開発に取り組んでいる。たとえば、生体の関節が滑らかに動くのは、保水性に優れたブラシ状分子のおかげである。そこで、



ポリマーブラシ製造装置。ブラシのタネを植え付けた基板を反応溶液に入れ、ブラシを成長させる。

材料表面に超親水性の「ポリマーブラシ」(ひも状の分子を歯ブラシのように密集させたもの)を生やすと、水を含んだブラシが潤滑層としてはたらき、低摩擦層が得られることを見いだした。さらに、ポリマーブラシの一方に正の電荷を、もう一方に負の電荷をもたせ、水をはさんで張り合わせると互いが接着し、食塩水につけるとはがれる新しい手法の開発にも成功した。異種材料同士の接着、あるいは繰り返し使える新たな接着法につながるものと期待されている。